

**Langzeitbeobachtungen
bei
vorhofgesteuerten, vorhofsteuernden
und Sequentialschrittmachern**

Vorgelegt

von

Konrad Schmidbauer

aus

Bad Tölz

*Diss. Erlangen
1984*

1984 # 182





Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. F. P. Gall

LANGZEITBEOBACHTUNGEN
BEI
VORHOFGESTEUERTEN, VORHOFSTEUERNDEN
UND SEQUENTIALSCHRITTMACHERN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Konrad Schmidbauer
aus Bad Tölz

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. F. Wolf
Referent: Prof. Dr. R. Leutschaft
Korreferent: Prof. Dr. F.P. Gall

Tag der mündlichen Prüfung: 2. April 1984

Meinen Eltern

I.	EINLEITUNG	5
II.	ALLGEMEINER TEIL: Die zur Untersuchung herangezogenen Schrittmacher	6
III.	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE	11
	1. Anzahl und Art der verwendeten Schrittmacher	11
	2. Funktionsdauer der untersuchten Schrittmacher	16
	3. Gründe für den Austausch von Schrittmachern mit physiologischem Stimulationsmodus gegen Modelle gleicher oder anderer Funktionsart	21
	4. Patientengut	26
	5. Indikation zur Implantation vorhofgesteuerter Schrittmacher und anderer physiologischer Systeme	29
	6. Prognose bei physiologischen Schrittmachersystemen	31
IV.	DISKUSSION	38
V.	ZUSAMMENFASSUNG	47
VI.	LITERATURVERZEICHNIS	49

I. EINLEITUNG

Bei Vorliegen von AV-Blockierungen höheren Grades, aber auch bei Sinusbradykardien sowie zur Verhütung von synkopalen Anfällen hat sich die Therapie der Implantation von ventrikulär stimulierenden Herzschrittmachern bewährt. Es kommt dabei zu einer deutlichen Verbesserung der kardialen Situation durch die elektrisch induzierte Frequenznormalisierung. Durch eine Reihe von Untersuchungsergebnissen (3, 5, 13, 15, 17, 19) wurde die Bedeutung der Vorhoftätigkeit in Beziehung auf Blutdruck und Auswurfvolumen hervorgehoben. Bei ventrikulärer Stimulation, also bei nicht synchronisierter Schlagfolge von Vorhof und Kammer treten jedoch negative Auswirkungen auf das kardiale Fördervolumen auf. So ist zum Beispiel das Auswurfvolumen geringer und es tritt ein rhythmisches Schwanken des Blutdrucks auf. Daraus ist zu folgern, daß Systeme, die die physiologische Beteiligung des Vorhofes an der Schrittmachertätigkeit bewirken, bessere Ergebnisse erzielen. Die klinische Anwendung hielt sich allerdings in Grenzen, da Geräte, welche die Tätigkeit des Vorhofes in die Gesamttätigkeit miteinbeziehen naturgemäß von komplizierterer Bauart sind als Schrittmacher mit starrer Impulsfolge. Daraus ergibt sich die Fragestellung nach klinischen Erfahrungswerten in bezug auf Funktionsparameter der verwendeten Impulsgeber wie technische Mängel und Funktionsdauer sowie in bezug auf Befinden und Lebenserwartung der so therapierten Patienten.



II. ALLGEMEINER TEIL

DIE ZUR UNTERSUCHUNG HERANGEZOGENEN SCHRITTMACHER

Eine Beteiligung des Vorhofes an der Gesamttaktion des Schrittmachers ist auf verschiedene Art zu erreichen. Ist die Erregungsleitung vom Sinusknoten bis zum Vorhof intakt, die Überleitung zur Kammer im AV-Knoten aber gestört oder gänzlich unterbrochen, also bei isoliert auftretenden atrioventrikulären Blöcken verschiedenen Grades kann die Vorhofaktion als Reizauslöser für den Schrittmacher dienen. Bei ungeschädigtem Sinusknoten wird auf diese Weise die Anpassung der Schrittmachertätigkeit an die Leistungserfordernisse des Herzens bei gesteigerter körperlicher Aktivität ermöglicht. Die Impulsgebereinheit sendet nach Empfang des Vorhofpotentials nicht sofort an die Kammer, sondern erst nach einem der physiologischen Überleitungszeit im AV-Knoten entsprechenden Zeitraum. Der optimale Wert für die Verzögerung der Überleitung wird in der Literatur unterschiedlich angegeben: E. Witt, H.U. Lehmann und H. Hochrein (19) sprechen von einem "statistisch signifikanten Anstieg des Herzminutenvolumens", das heißt einer Verbesserung der Herzleistung gegenüber alleiniger Vertrikelmstimulation in einem Bereich zwischen 120 und 200 msek Überleitungszeit. Cesar Castillo und andere (4) geben einen Wert von 150 msek als Optimum für einen chronischen Block an, während von Chamberlain und Mitarbeiter (5) bei akutem Herzblock 100 msek oder weniger als optimal angenommen wird. Da die Reizüberleitungszeit aber frequenzabhängig ist, stimmen diese Werte im Großen und Ganzen überein (3). Zwar stammen oben genannte Ergebnisse größtenteils aus Untersuchungen an Sequentialschrittmachern, die mehr Einsatzmöglichkeiten zeigen, dennoch gelten sie auch für vor-

hofgesteuerte Systeme (7), da in beiden Fällen die Übertragung von Vorhof auf Ventrikel durch die Funktion des Impulsgebers hervorgerufen wird. Die Verbesserung der Herzleistung kommt aus folgenden Gründen zustande: Der atriale und damit auch der venöse Blutdruck fällt (4, 5, 15), da sich keine Vorhofkontraktionen zum falschen Zeitpunkt und damit gegen geschlossene Herzklappen ereignen. Eine bei starrer Ventrikelstimulierung häufig zu beachtende phasische Schwankung des arteriellen Blutdrucks und des Auswurfvolumens wird verhindert. Zu diesen Schwankungen kommt es durch die mangelnde zeitliche Synchronisation zwischen Vorhof- und Kammersystole und dem dadurch unterschiedlich großen Beitrag des Vorhofes zur Kammerfüllung (11). Auch der arterielle Blutdruck ist bei geregelten Überleitungsverhältnissen in den Normbereich angehoben. (Von 88/63 mm Hg auf 105/70 mm Hg, bei Patienten mit akutem Myokardinfarkt und Sequentialschrittmacher(17)). Die Normalisierung des Blutdrucks tritt auch bei Patienten mit Herzinsuffizienz und degenerativen Herzerkrankungen ein. Eine Vorhofsystole im richtigen Zeitpunkt führt zu einem besseren Schluß der Herzklappen (16) und damit auch zu einer günstigen Beeinflussung von Klappeninsuffizienzen. Bei unverzügter atrioventrikulärer Überleitung und dem Auftreten von Bradykardien oder sinuatrialen Überleitungsstörungen, bewirkt der Einsatz eines vorhofgesteuerten Gerätes keine Verbesserung gegenüber herkömmlichen, starrfrequenten Systemen. Es bietet sich ein vorhofsteuernder Schrittmacher an. Hierbei wird der Vorhof stimuliert, und die Erregung wird dann auf dem natürlichen Weg über AV-Knoten und Hissches Bündel an die Kammer weitergeleitet. Eine physiologische Stimulierung ist auch hier gewährleistet.

Besteht eine Bradyarrhythmie nur zeitweise, so verbindet ein Vorhof-Demandschrittmacher mit einem AAI-Funktionsmodus die normale Herzttätigkeit mit der durch Elektrostimulation verbesserten Situation bei Auftreten der Herzrhythmusstörungen. In einem Vorhof-Demand- beziehungsweise Bifokal-Demandschrittmacher sind zwei Demand-Einheiten zu einer funktionalen Einheit verknüpft. Tritt nun eine Überleitungsstörung auf, so wird über einen QRS-Detektor die Inhibierung der Schrittmacherimpulse aufgehoben und sowohl Kammer als auch Vorhof erregt. Da die Escape-Intervalle der beiden Demandeinheiten unterschiedlich lange sind, wird durch die Differenz der AV-Überleitungsintervall festgelegt. Allerdings besteht hierbei keine Sensingfunktion der Vorhofelektrode, so daß die Steuerung des Vorhofes im Sinne einer vorhofsteuernden Stimulation, vom Sensing der Ventrikelektrode abhängig, verursacht wird. Abbildung 1 zeigt das Schaltschema einer bifokalen Schrittmachereinheit.

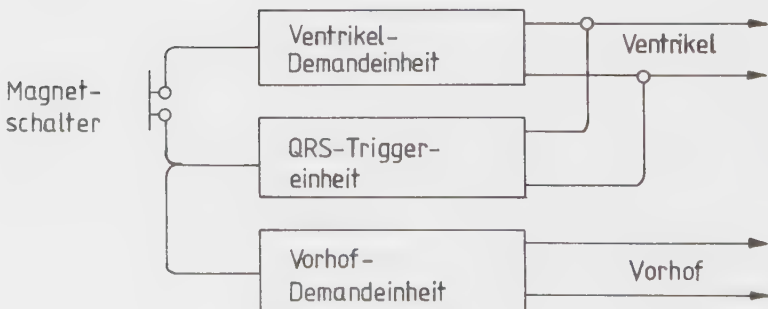


Abb. 1: Schaltschema einer Bifokal-Demandeinheit

Eine zusätzliche Vorhoftriggerung beziehungsweise Inhibierung und auch eine Variation der Vorhof-Ventrikelübertragung ist bei Sequentialschrittmachern möglich. Die vollprogrammierbaren Einheiten ermöglichen je nach Einstellung auch die vorher genannten Betriebsarten und können sogar als herkömmliche Demand- oder starrfrequente Einheiten eingesetzt werden. Es können die Parameter maximale und minimale Pulsfrequenz, Sensitivity des Vorhofes und des Ventrikels, Impulsdauer für Vorhof und Ventrikel getrennt, die AV-Überleitungszeit und die Refraktärphase beider Systeme programmiert werden. Bei Patienten mit isolierten AV-Blockierungen ergibt sich keine Verbesserung der kardialen Situation gegenüber P-Wellensynchronisierten Schrittmachern (17), aber bei vielen älteren Patienten mit SA-Bradykardien und kombinierten Rhythmusstörungen lassen sich durch den Einsatz sequentialem Systeme Verbesserungen erzielen. Die Funktion der verschiedenen Typen sind in Abbildung 2 dargestellt (nach 19).

Funktion Schrittmacher- art	Vorhof		Ventrikel		Vorhof- Ventrikel- übertra- gung	Funktions- modus
	Stimu- lation	Trigger	Stimu- lation	Trigger		
Vorhof- steuernd	+	○	○	○	○	A O O
Vorhof- demand	+	+	○	○	○	A A I
Vorhofge- steuert	○	○	+	○	+	V A T
Sequen- tial Bifokal	+	○	+	+	○	D V I
Sequen- tial vollauto- matisch	+	+	+	+	+	D D D

Abb. 2: Verschiedene Stimulationsarten bei physiologischen Herzschrittmachern

Da sich bei den programmierbaren Geräten die Funktionsart mit Hilfe eines Magneten nach der Implantation genau einstellen und auch verändern läßt, kann der Schrittmacher noch nachträglich genau dem Grad des Ausfalls des natürlichen Überleitungssystems angepaßt werden. Dies ist ein besonderer Vorteil bei unklaren Diagnoseverhältnissen und unsicheren Überleitungsverhältnissen, da bei Anwendung eines programmierbaren Schrittmachersystems die Möglichkeit besteht, die Funktionsart nachträglich ohne einen weiteren operativen Eingriff noch zu verändern. Diese Geräte sind zwar von einer erhöhten elektronischen Komplexität und damit scheinbar schadensanfälliger, aber selbst im Falle eines beim heutigen Stand der Entwicklung sehr seltenen technischen Versagen eines Bauteils besteht für den Patienten kein erhöhtes Risiko, da die Kammerstimulationseinheit von einem Ausfall der anderen Teile nicht beeinflußbar ist (6).

III. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

1. ANZAHL UND ART DER VERWENDETEN SCHRITTMACHER

Naturgemäß werden durch die Fortentwicklung der Technologie im Untersuchungszeitraum von 1966 bis Dezember 1982 an der Chirurgischen Universitätsklinik in Erlangen ständig neue Systeme verwendet. Dies gilt auch für die physiologischen Schrittmacherformen. Nachdem in den Jahren 1966 und 1967 nur vorhofgesteuerte Schrittmacher (VAT) des Typs Cordis-Atricor zur Anwendung kamen, nahm die Bedeutung dieses Types in den folgenden Jahren stark ab. In immer größerem Maße wurden seit 1968 Modelle der IVP-Reihe der Firma Biotronik eingesetzt, die seit 1972 ausschließlich verwendet wurden. Diese Art behauptete sich bis 1978.

Die Zahl der insgesamt implantierten vorhofgesteuerten Schrittmacher ging seit 1975 stark zurück. Es wurden 1976 bis 1978 jeweils nur ein Gerät neu implantiert. Seit 1979 nimmt der Anteil der physiologischen Schrittmacher wieder zu, was in erster Linie auf die Entwicklung und den Einsatz neuer Stimulationsformen zurückzuführen ist. Die Anzahl der eingesetzten vorhofsteuernden Geräte im Jahr 1981 betrug wieder acht Einheiten (Dromos 02, Fa. Biotronik). Dennoch überwiegen bei 20 durchgeführten Erstimplantationen in diesem Jahr die vorhofgesteuerten Geräte und Sequentialschrittmacher. Tabelle 1 zeigt die bei Erstimplantation verwendeten Impulsgeber. Der Schrittmachertyp Stanicor von Cordis ist eine vorhofstimulierende Einheit. Von den vier programmierbaren Medtronic Einheiten wurden zwei vom Typ Xyrel 9559AP als vorhofstimulierende Impulsgeber verwendet. Die anderen beiden Medtronic-Schrittmacher waren vom Typ SP0069BV. Von den beiden Cordis-Sequicor-Einheiten war eine als Vor-

Art des Schritt- machers	vorhofgesteuert							stimu- lierend	sequential			gesamt
	Atracor	IVP-3	IVP-44	IVP-54	Siemens Elema 625	Atracor- Lambda	Dromos 02		Sequicor	Medtronic	Diplos 03	
Implanta- tionsjahr								Siemens 668	Stanicor			
1966	3											3
1967	12											12
1968	8	2										10
1969	1	6	6									13
1970				4								4
1971	1		1	15								17
1972				10								10
1973				14								14
1974				6								6
1975				7								7
1976				1								1
1977				1								1
1978				1								1
1979					1					2		3
1980						1		1				2
1981							8	7		1	1	3
1982							4			1	1	5
Gesamt	25	8	7	59	1	1	12	7	1	2	4	8
												135

Tab. 1: Anzahl und Art der von Januar 1966 bis Dezember 1982 implantierten physiologischen Schrittmacher (Erstimplantation)

hofdemandsystem programmiert. Die Geräte des Typs Diplos 03 (Biotronik) wurden alle wie die oben erwähnten restlichen Einheiten als vollautomatische Sequentialschrittmacher eingesetzt. Ein Diplos 03 wurde allerdings bei einer der folgenden Kontrolluntersuchungen auf eine vorhofgesteuerte Funktion umprogrammiert, da der Befund des Patienten dies zuließ. Die 7 implantierten Siemens-Elema-668-Schrittmacher haben dagegen Vorhof-Demandfunktion.

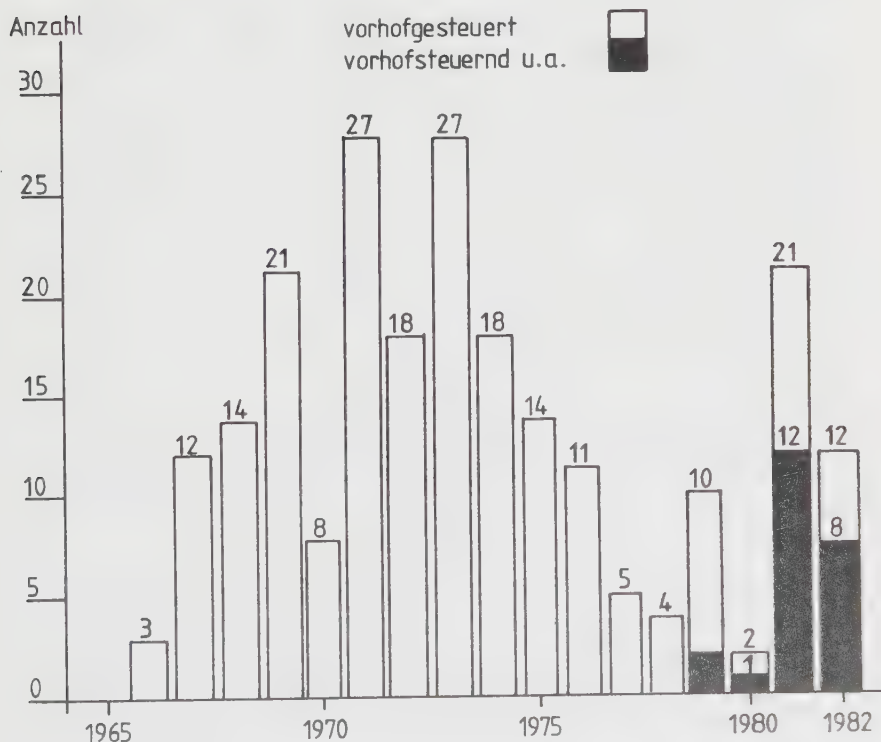


Abb. 3: Implantationshäufigkeit von vorhofgesteuerten und vorhofsteuernden und Sequentialschrittmachern

Den wachsenden Anteil der stimulierenden, Vorhof-Demand- und Sequentialschrittmachern zeigt Abbildung 3. Hierbei ist die Gesamtzahl der erstimplantierten und gewechselten Geräte als Bezugspunkt gewählt. Bei den durchgeführten Wechseln zeigt sich eine andere Zahlenverteilung. Hier ist ein Anstieg der Austauschrate zu einem Maximum im Zeitraum 1972/73 zu verzeichnen. In den folgenden Jahren sinkt die Zahl dann ab, so daß 1981 nur noch ein vorhofbeteiligtes System ausgetauscht wurde (Tabelle 2). Dies dürfte in erster Linie auf die erheblich verbesserte Funktionssicherheit der nach 1978 implantierten Modelle und die größere Lebensdauer der Batterien zurückzuführen sein. Die Tendenz zur Implantation von Sequentialschrittmachern wird auch hier ersichtlich. In einem beobachteten Fall trat nach Implantation eines vorhofgesteuerten Schrittmachers ein Sick-Sinus-Syndrom auf. Beim erforderlichen Wechsel wurde nicht, wie bisher üblich, eine ventrikelstimulierende oder Ventrikel-Demandeinheit verwendet, sondern es wurde auf ein Sequentialsystem übergegangen.

Da nach einem längeren Überwachungszeitraum 12 Patienten zur Kontrolle jetzt andere Kliniken aufsuchen, sind die durchgeführten Eingriffe nur bis zu diesem Zeitpunkt bekannt. Ebenso wie Wechsel auf Geräte mit anderen Funktionsmodus wurden die dort durchgeführten Wechsel nicht mit aufgeführt.

Insgesamt wurden von Mitte 1963 bis 1977 1273 Patienten mit Herzschrittmachern versorgt (7). Die 98 vorhofbeteiligten Systeme in diesem Zeitraum entsprechen einem Prozentsatz von 7,7 %, wobei in den ersten drei Jahren noch keine physiologischen Schrittmacher eingesetzt wurden. Zum Vergleich wurden in der I. Med. Klinik der TU München im Zeitraum von 1969 - 1973 nur vier vorhofgesteuerte Schrittmacher (dies entspricht 0,4 %) implantiert (14).

Art des Schritt- machers	vorhofgesteuert							sequen- tial	gesamt
Implanta- tionsjahr	Atracor	IVP-44	IVP-54	IVP-44-L	Atracor- Lambda	Siemens Elema 625	Dromos 02	Medtronic	
1968	4								4
1969	8								8
1970	1		3						4
1971		1	9						10
1972			8						8
1973			13						13
1974			12						12
1975			7						7
1976			10						10
1977			4						4
1978			3						3
1979				1	5	1			7
1980									-
1981							1		1
1982								1	1
Gesamt	13	1	69	1	5	1	1	1	92

Tab. 2: Anzahl und Art der bei Wechsel verwendeten Schrittmachertypen

2. FUNKTIONSDAUER DER UNTERSUCHTEN SCHRITTMACHER

Wie schon erwähnt, ist die Zuverlässigkeit und die Funktionsdauer in den letzten Jahren stark angestiegen (9). So mußten von den 36 in den Jahren 1979 bis 1982 implantierten Geräten bisher nur zwei ausgetauscht werden, und das nach einer Funktionsdauer von 24 Monaten in einem einen und 30 Monaten in dem anderen Fall. Dagegen betrug früher die Lebensdauer einzelner Geräte zum Teil unter einem Jahr.

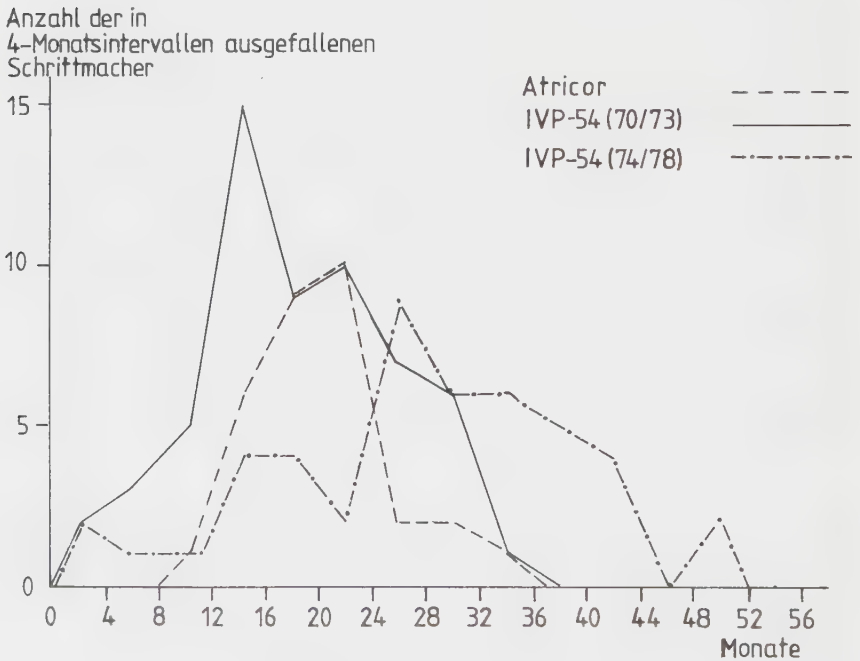


Abb. 4: Funktionsdauer der ausgefallenen Schrittmacher

Auch bei der selben Art von Schrittmachern ließen sich in punkto Zuverlässigkeit im Laufe der Zeit Verbesserungen erzielen. Dies zeigen die Daten bei den IVP-54-Schrittmachern, deren Einsatzzeitraum und Implantationshäufigkeit groß genug war, die Daten getrennt zu untersuchen. Es ergibt sich bei IVP-54-Einheiten, die zwischen 1970 und 1973 implantiert wurden, daß die Ausfallhäufigkeit nach etwa 14 Monaten am größten war. In diesem Intervall fielen von den 76 implantierten IVP-54-Schrittmachern während des ersten Jahres 10 Geräte, 2 sogar schon innerhalb der ersten 4 Monate aus. Vergleiche mit den zwischen 1974 und 1978 implantierten 51 Einheiten zeigen im ersten Implantationsjahr noch 4 Ausfälle (Abbildung 4). Die Zahl der meisten Ausfälle fiel in einen Zeitraum von über zwei Jahren. Allerdings war auch bei den früher verwendeten Atricor-Einheiten nur eine geringe Zahl von Ausfällen im ersten Jahr (1 Ausfall nach 10 Monaten) zu verzeichnen. Die meisten Geräte hatten eine Funktionsdauer von 16 bis 24 Monaten. Die am längsten implantierten Geräte waren bei Atricor 34 Monate, bei IVP-54 52 Monate in Funktion. Bei neueren Schrittmachertypen läßt sich die Funktionsdauer noch nicht abschätzen, da die überwiegende Zahl sich noch in Funktion befindet. Bei den Angaben in Tabelle 3 sind diejenigen Schrittmacher, die bis zum Tode des Patienten implantiert waren, mit berücksichtigt.

Typ:	implan- tiert	ausge- tauscht		durchschnittliche Funktionsdauer (Monate)	
			%	gesamt	ausgetauscht
Atricor	38	38	100	19,0	19,0
Atricor- Lambda	6	2	33	32,9	24,5
IVP-3	8	8	100	20,6	20,6
IVP-44	8	8	100	15,8	15,8
IVP-44 _L	1	1	100	24,0	24,0
IVP-54 (70/73)	77	77	100	18,5	18,5
IVP-54 (74/78)	51	51	100	26,6	26,6
IVP-54 (gesamt)	128	128	100	21,9	21,9
Dromos 02	13	3	23	(11,3)	(3,0)
Siemens 625	2	-	0	36,0	----
Siemens 668	7	-	0	16,4	----
Stanicor	1	-	0	23,0	----
Sequicor	2	-	0	10,0	----
Medtronic	5	1	20	(14,2)	(8,0)
Diplos 03	8	-	0	9,0	----

Tab. 3: Implantationsdauer von physiologischen Schrittmachern im Zeitraum Januar 1966 - Dezember 1982

Bei den zur Zeit verwendeten Modellen sind erheblich höhere Werte für die Funktionszeit zu erwarten. Entsprechende Werte ergibt die Untersuchung der Funktionszeitkurven (Abbildungen 5 und 6).

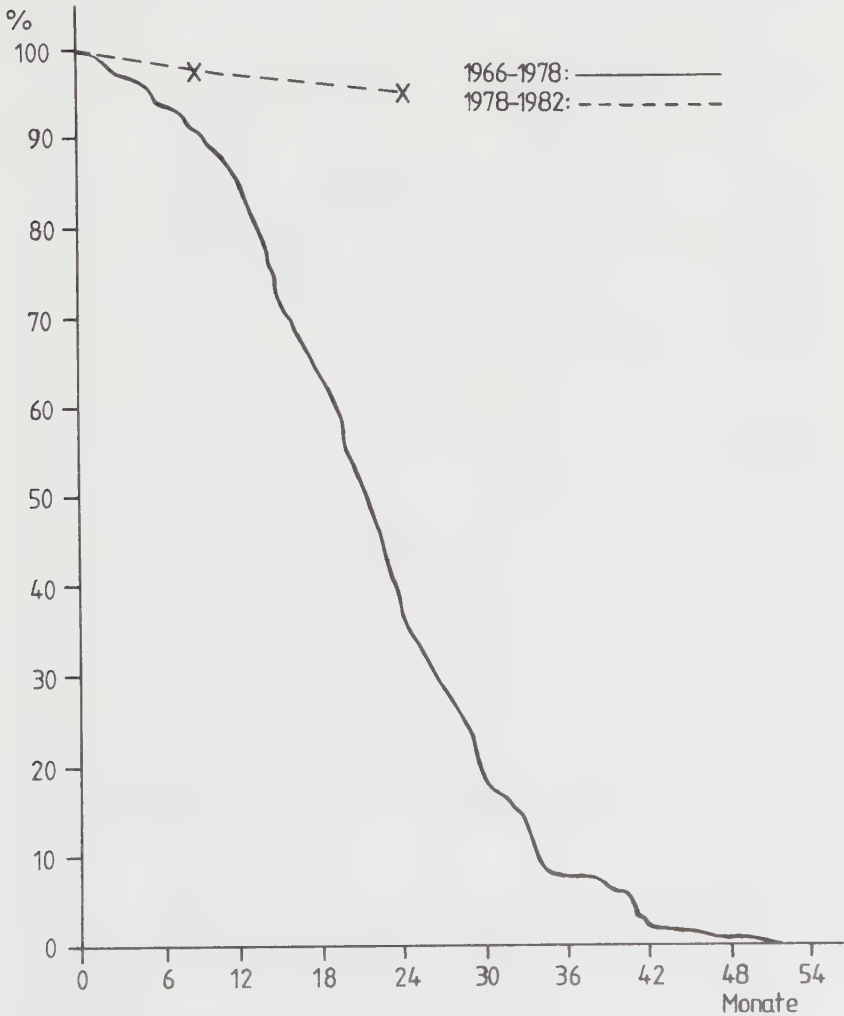


Abb. 5: Funktionszeitkurve der ausgefallenen Schrittmacher

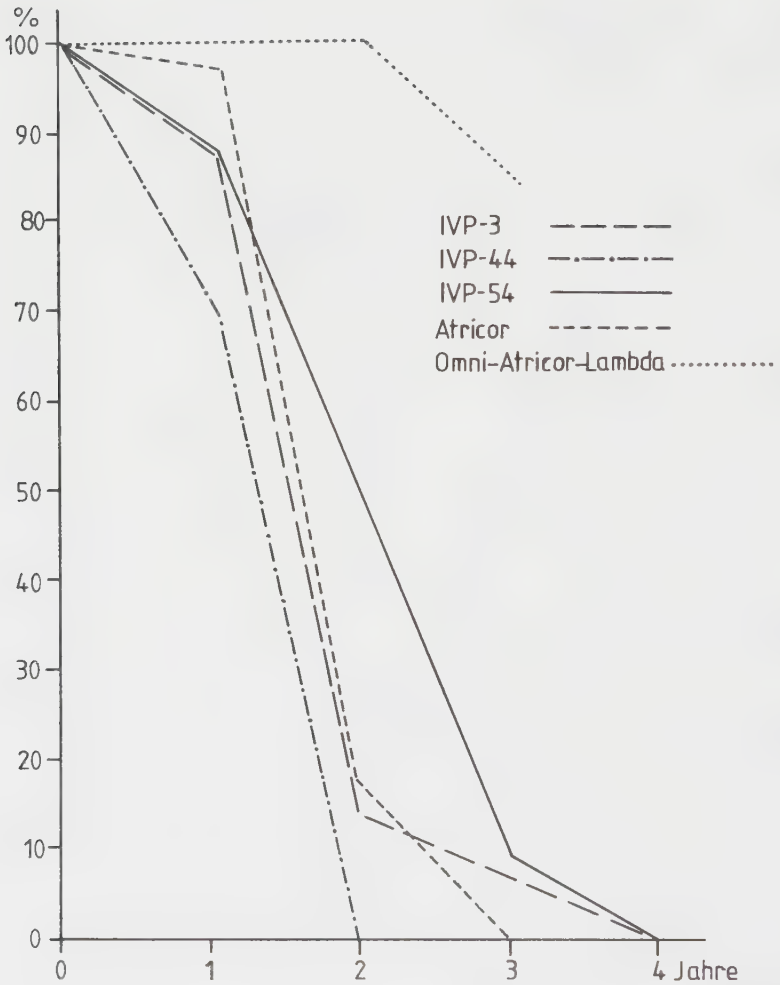


Abb. 6: Kumulative Funktionszeitkurven der verschiedenen Schrittmachertypen. (Von den Modellen nach 1978 nur Atricor-Lambda, da sonst noch keine funktionsbedingten Ausfälle.)

3. GRÜNDE FÜR DEN AUSTAUSCH VON SCHRITTMACHERN MIT PHYSIOLOGISCHEM STIMULATIONSMODUS GEGEN MODELLE GLEICHER ODER ANDERER FUNKTIONSART

Da die vorhofgesteuerten Herzschrittmacher älterer Bauart nur relativ kurze Funktionszeiten hatten, war häufiger ein Wechsel nötig. Gerade Geräte, die schon sehr bald nach der Implantation technische Defekte zeigten, führten zu einer oft erheblichen Mehrbelastung der Patienten durch die dadurch erforderlichen Folgeeingriffe. So mußten bei einem Patienten sogar 6 Schrittmacherwechsel in einem Zeitraum von nur 5 Jahren durchgeführt werden. Insgesamt wurden im beobachteten Patientengut seit 1968 92 Schrittmacher mit Vorhofbeteiligung bei einem Wechsel verwendet. Bei 59 Patienten mußte nach einem oder mehreren vorhofgesteuerten Systemen auf ein Gerät ohne Vorhofbeteiligung ausgewichen werden.

Anzahl der implantierten physiologischen Schrittmacher	Zahl der Patienten	Gesamtzahl
1	85	85
2	25	50
3	14	42
4	7	28
5	2	10
6	2	12
Gesamt:	135	227

Tab. 4: Häufigkeit der durchgeführten Schrittmacherwechsel pro Patienten.

Die danach erfolgten Wechsel sowie die Funktionsdaten der verwendeten Einheiten sind nicht mehr Gegenstand dieser Untersuchung. Tabelle 4 zeigt die Verteilung der Eingriffe.

Tabelle 5 zeigt aufgegliedert die Zahl der ausgewechselten Schrittmacher sowie die einzelnen Ursachen, die aufgetreten sind und einen erneuten operativen Eingriff notwendig machten.

Es wurden von den 163 ausgetauschten Einheiten nur 16 Geräte wegen Ausfalls und drohendem Ausfall und nur 19 Geräte wegen Ausfall der Vorhofsteuerung ausgetauscht. Dies entspricht 9,9 % beziehungsweise 11,7 %. Aus Prophylaxegründen (die Schrittmacher funktionierten schon über die zu erwartende Funktionsdauer hinaus) und routinemäßig nach einem Zeitraum von etwa zwei Jahren wurden 21 Geräte (12,9 %) gewechselt. Die Änderung der Frequenz sowie das Altern der Impulsgebereinheit war in 44 Fällen der Grund für den Ersatz durch ein neues Gerät. Dies entspricht 27,0 %. Vorhofflattern beziehungsweise -flimmern trat bei 33 Patienten auf und konnte bei 23 Patienten wieder behoben werden, 3 Patienten verstarben. In den übrigen 7 Fällen führte es zum sofortigen Austausch des vorhofgesteuerten Schrittmachers. Wiederholt auftretendes Flimmern in 5 Fällen führte zweimal zum Austausch. Bei zwei Patienten wurde trotz erfolgreicher Elektrokonzersion nach dem Erforderlichwerden des Austausches der implantierten Einheit auf einen ventrikulärstimulierenden Demand-Schrittmacher gewechselt.

Die Begründung für einen Austausch gegen ein anderes Schrittmachersystem unterscheidet sich von den Ursachen, die einen sofortigen Wechsel erfordern. Häufig wird hierbei auf den Verlauf von Veränderungen, zum Beispiel des elektrischen Potentials und auf neue Indikationsstellungen Bezug genommen. Diese Ursachen bedingen oftmals keine Gefährdung des Patienten.

Wechselgrund	Anzahl	%	Anzahl	%
Noch in Funktion			39	17,2
bis zum Tode implantiert			25	11,0
ausgetauscht, davon:			163	71,8
an anderen Kliniken	12	7,4		
Totalausfall	16	9,9		
Altern	44	27,0		
Routine/Prophylaxe	21	12,9		
Ausfall der Vorhofsteuerung	19	11,7		
Schrittmacherrasen	1	0,6		
Überleitungsausfall	6	3,7		
Oxydation/Gehäusedefekt	10	6,1		
Kabelbruch/Isolationsdefekt	13	8,0		
Adapterdefekt	2	1,2		
Pacen in vulnerable Phase	2	1,2		
Vorhofflattern/-flimmern	7	4,3		
Bradykardie	1	0,6		
Reizschwellenerhöhung	3	1,8		
Beschwerden des Patienten z.B. Dekubitus, Tascheneiterung	4	2,4		
Explantation ohne Ersatz	2	1,2		
Gesamt	163	100	227	100

Tab. 5: Gründe, die zum Austausch des Schrittmachers führten.

Grund für ein anderes System	Anzahl	%
- Auftreten von Sick Sinus Syndrom	1 *	1,4
- Bradykarde Störung des Vorhofrhythmus	6	8,4
- Vorhofflattern und -flimmern	9	12,7
- Wiederholtes Vorhofflimmern	2	2,8
- Geringe Vorhofpotentiale	17	24,0
- Dekubitus	1	1,4
- Verzicht auf weiteren Schrittmacher	2	2,8
- Pacen in vulnerabler Phase	2	2,8
- Passender Schrittmacher fehlt	3	4,2
- Vorhofkabel gebrochen/Isolationsdefekt	9	12,7
- Übergang auf transvenöse Stimulation	3	4,2
- Austausch an anderen Kliniken	12	16,9
Gesamt	71	100,0
Noch in Funktion/Patient verstorben	64	
	135	

Tab. 6: Gründe für den Verzicht auf Wiederimplantation eines physiologischen Schrittmachersystems

*: In einem weiteren Fall wurde ein Sequentialsystem verwendet.

ten, so daß mit dem Wechsel auf ein anderes System gewartet werden kann, bis der Wechsel auch in bezug auf die Funktion des Schrittmachers nötig geworden ist. Andere Gründe machen einen sofortigen Wechsel erforderlich (zum Beispiel Pacen in die vulnerable Phase).

Tabelle 6 zeigt die Gründe im einzelnen.

In zwei Fällen konnte auf die erneute Implantation verzichtet werden, da die Überleitungsstörung sich zurückgebildet hatte. Die Hauptgründe, auf die Wiedereingliederung eines vorhofgesteuerten Gerätes zu verzichten sind das Auftreten von zusätzlichen Störungen im Überleitungssystem (50,7 %). In 17 Fällen war das Absinken der Vorhofpotentiale die Ursache, daß durch Ausfall der Vorhofsteuerung der Schrittmacher starrfrequent arbeitete (24,0 %). Durch Vorhofflattern, Vorhofflimmern und andere Rhythmusstörungen meist bradykarder Art mußte 18 mal auf einen vorhofgesteuerten Impulsgeber verzichtet werden (25,3 %). Bei den auftretenden Überleitungsproblemen konnte meist aufgrund von Defekten des Vorhofkabels keine Vorhofsteuerung mehr aufrechterhalten werden. Wieder waren, wie auch bei den Gründen für den notwendigen Ersatz durch gleichgeartete Systeme die Ursachen für einen Wechsel bei 12 Patienten nicht ersichtlich, da diese sich an anderen Kliniken zur Überwachung befinden.

4. PATIENTENGUT

Die Untersuchung umfaßte die Gesamtzahl von 135 Patienten, denen im Zeitraum von Januar 1966 bis Dezember 1982 physiologisch stimulierende Schrittmacher implantiert wurden. Es handelt sich um 76 männliche und 58 weibliche Patienten (57 % im Vergleich zu 43 %). Das Verhältnis beträgt also 1,3 : 1. Dies liegt im Bereich der in der Literatur für die Schrittmachertherapie gesamt angegebenen Zahlen, die von 44 - 64 % Anteil männlicher Patienten sprechen (1, 7, 20). Das durchschnittliche Alter bei der Erstimplantation betrug 55 Jahre, was wiederum im Vergleich mit den Literaturwerten, die allerdings für alle Schrittmachersysteme gelten, sehr niedrig liegt. Diese geben das Durchschnittsalter in einem Altersbereich zwischen 69,5 und 71,4 Jahren an (1, 2, 7, 11, 13, 20). Der jüngste Patient in diesem Untersuchungsgut war 2 Jahre, der älteste 82. Die altersmäßige Verteilung bei Männern und Frauen zeigt Tab. 7. Die größte Gruppe stellen mit 34,1 % die 60 - 70jährigen, die zweitgrößte die 50 - 60jährigen mit 22,7 %. Andere Untersucher geben die 70 - 80jährigen als stärkste Gruppe an (3, 14, 15). Geschlechtsspezifisch zeigt das Maximum bei weiblichen Patienten einen niedrigeren Wert (Gruppe der 50 - 60jährigen). In noch höherem Alter sinkt ihr Anteil dann beträchtlich. Daraus ergibt sich auch ein um 3,4 Jahre niedrigeres Durchschnittsalter.

Die Tendenz der Absenkung des Durchschnittsalters der Patienten mit einem physiologischen Schrittmachersystem zeigt Abbildung 7. In den Jahren von 1966 - 1970 betrug das Durchschnittsalter noch 61,6, sank dann aber von 1971 bis 1982 auf 51,9 ab. Von 1966 bis 1976 blieb in der Altersverteilung das Maximum zwar unverändert, aber die Streuung zum geringeren Alter hin nahm erheblich zu.

Ab 1977 verlagerte sich dann aber auch das Maximum. In Abbildung 7 beziehen sich die Prozentzahlen auf Intervalle von 5 Jahren.

Altersgruppe	männlich	weiblich	insgesamt Anzahl	%
0 - 9	0	2	2	1,5
10 - 19	1	2	3	2,2
20 - 29	3	2	5	3,7
30 - 39	5	3	8	5,9
40 - 49	11	8	19	14,1
50 - 59	17	19	36	26,6
60 - 69	28	18	46	34,1
70 - 79	9	5	14	10,4
80 - 90	2	0	2	1,5
	76 (57 %)	59 (43 %)	135	100,0

Tab. 7: Alters- und Geschlechtsverteilung der Patienten mit physiologischem Schrittmachersystem.

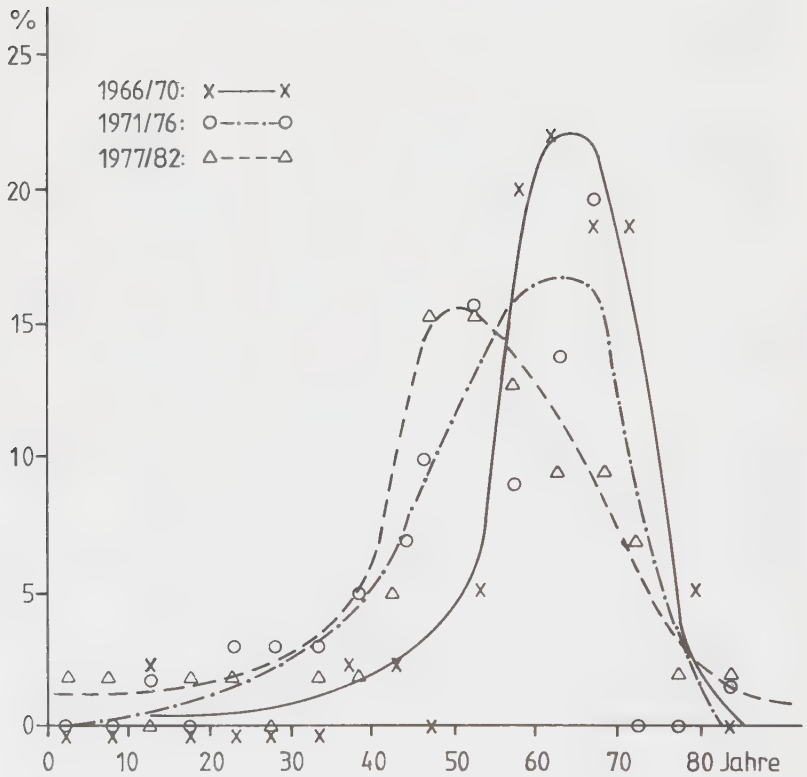


Abb. 7: Altersverteilung der Patienten in den Zeiträumen 1966 - 1970, 1971 - 1976 und 1977 - 1982; (Prozentzahlen bezogen auf Fünfjahreszeiträume.)

5. INDIKATION ZUR IMPLANTATION VORHOFGESTEUERTER SCHRITTMACHER UND ANDERER PHYSIOLOGISCHER SYSTEME

Die Indikationsstellung zur Implantation physiologischer Systeme weist nur graduelle Unterschiede zu derjenigen beim Gesamtgut der Schrittmacherpatienten auf. Die Anteile der einzelnen Diagnosestellungen sind aus Tabelle 8 zu entnehmen. In der Gruppe der AV-Blockierungen III. Grades sind die Blockierungen wechselnden, höheren Grades enthalten. Bei den Blockierungen I. Grades waren in jedem Fall zusätzlich MAS-Anfälle zu vermerken, die Blockierungen II. Grades waren in der Hälfte der Fälle mit Anfällen verbunden.

Diagnose- stellung	vorhofgesteuert				%	Summe	
			vorhofsteuernd sequential	gesamt			
AV-Block III	58	-	3	61	45,2	95	70,2
AV bei Herz- operation	13	-	2	15	11,1		
AV mit Herz- fehler	19	-	-	19	14,1		
AV-Block I+II	20	-	-	20	14,8	20	14,8
Bradykardie	2	2	3	7	5,2	16	12,0
Sick-Sinus- Syndrom	-	3	1	4	3,0		
SA-Block 2-3	-	2	2	4	3,0		
Vorhofstill- stand mit AV- Block	-	-	1	1	0,7	4	3,0
Carotis-Sinus- Syndrom	1	1	2	4	3,0		
	113	8	14	135	100,0	135	100,0

Tab. 8: Indikationsstellung bei physiologischen Schrittmachersystemen.

Insgesamt zeigten 53 Patienten (39,5 %) synkopale Anfälle. Durch den hohen Anteil der vorhofgesteuerten Schrittmacher ist auch der Anteil der atrioventrikulären Blockierungen an der Diagnosestellung gegenüber herkömmlichen Schrittmachersystemen deutlich erhöht. Der Anteil der atrioventrikulären Blockierungen III. Grades und wechselnder Blockierungen höheren Grades beträgt hier über 70 % gegenüber 50,8 % bei der Betrachtung von Schrittmachersystemen jeglicher Art (13). Betrachtet man die vorhofgesteuerten Schrittmacher isoliert, erhöht sich der Anteil der Überleitungsstörungen III. Grades auf beinahe 80 %. Abbildung 8 zeigt die Indikationsstellung aufgeschlüsselt nach der Art des physiologischen Schrittmachersystems.

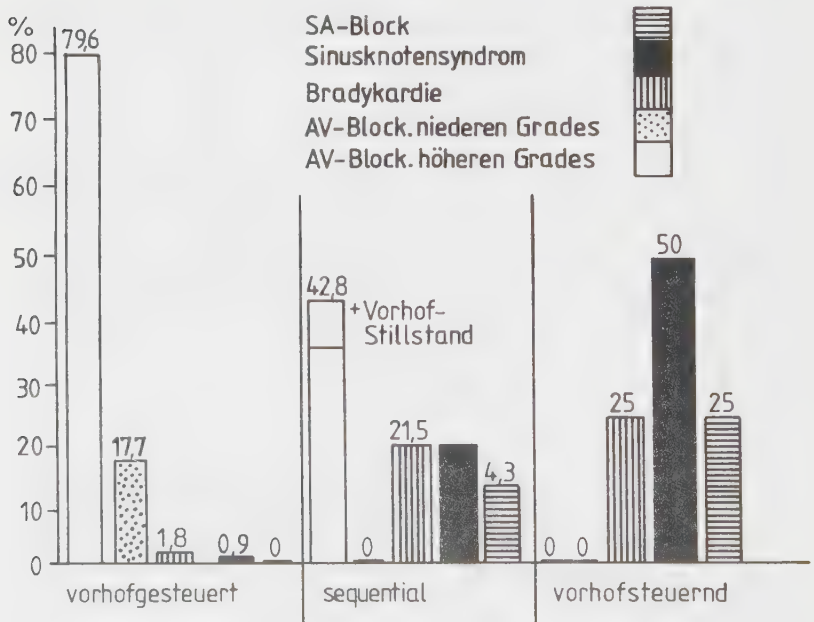


Abb. 8: Indikationsstellung, aufgegliedert nach Art des Schrittmachersystems

6. PROGNOSE BEI PHYSIOLOGISCHEN SCHRITTMACHERSYSTEMEN

Von den 135 mit physiologischen Herzschrittmachern versorgten Patienten sind 44 verstorben; das entspricht einer Mortalität von 32,6 %. Innerhalb des ersten Jahres nach der Diagnosestellung und Implantation verstarben 16 Patienten (36,4 %), innerhalb des zweiten Jahres 5 (11,4 %), innerhalb des dritten Jahres 4 (9,1 %) und nach mehr als 3 Jahren 19 Patienten (43,1 %). Die Verteilung der Verstorbenen über die verschiedenen Altersgruppen zeigt Abbildung 9. Die dazugehörigen Werte sind in Tabelle 9 aufgeführt. In dieser Tabelle sind nur die Patienten berücksichtigt, die ihren Schrittmacher noch vor Juli 1979 erhielten. Bei später implantierten Einheiten kann die Überlebensrate von 3 Jahren nicht mehr ermittelt werden. Die einzigen Todesfälle bei den seit Juli 1979 versorgten Patienten waren bisher 2 Patienten, die nach der operativen Korrektur eines Herzfehlers und Implantation eines Schrittmachers innerhalb der ersten Woche verstarben.

Altersgruppe	Implantationen	nach 1 Jahr leben noch		nach 2 Jahren leben noch		nach 3 Jahren leben noch	
			%		%		%
0 - 39	13	10	76,9	9	69,2	9	69,2
40 - 49	12	11	91,7	11	91,7	11	91,7
50 - 59	27	24	88,9	22	81,5	21	77,8
60 - 69	38	33	86,8	32	84,2	32	84,2
über 70	11	9	81,8	8	72,7	5	45,5
Gesamt	101	87	86,1	82	81,2	78	77,2

Tab. 9: Überlebensdauer der Schrittmacherpatienten in den verschiedenen Altersgruppen

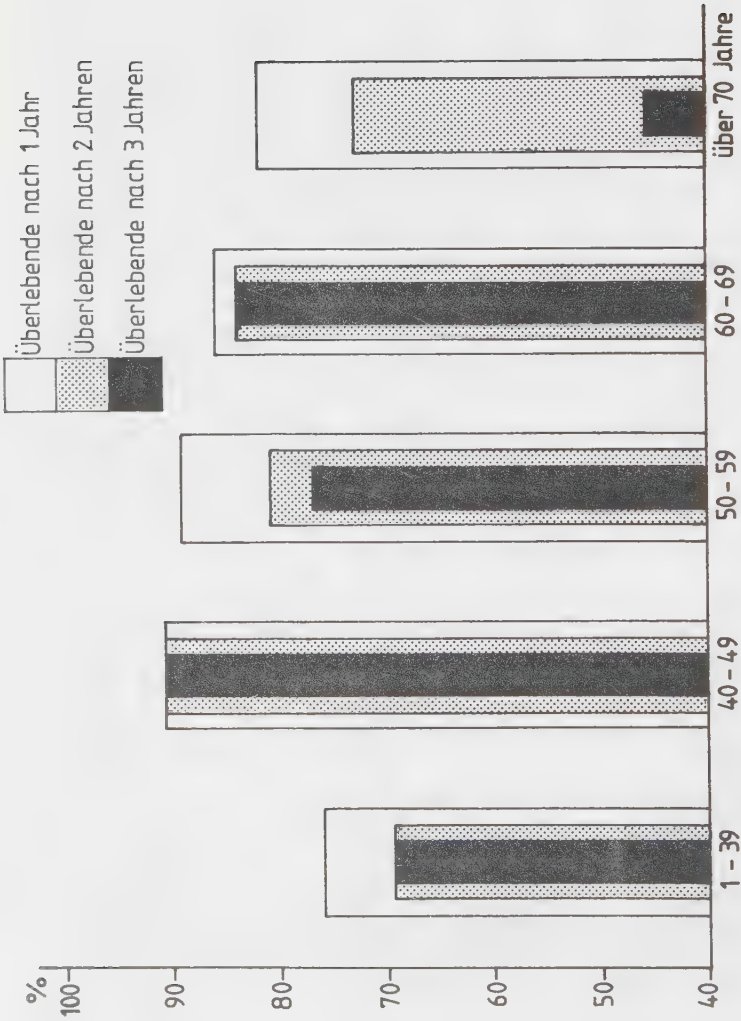


Abb. 9: Überlebensdauer der Schrittmacherpatienten in verschiedenen Altersgruppen

Altersgruppe	männlich		weiblich		gesamt	
		%		%		%
1 - 9	-	-	1	8,3	1	2,3
10 - 19	-	-	-	-	-	-
20 - 29	1	3,1	-	-	1	2,3
30 - 39	4	12,5	-	-	4	9,1
40 - 49	2	6,3	2	16,7	4	9,1
50 - 59	6	18,8	5	41,6	11	25,0
60 - 69	13	40,6	2	16,7	15	34,1
70 - 79	5	15,6	2	16,7	7	15,8
80 - 89	1	3,1	-	-	1	2,3
Gesamt	32	100,0	12	100,0	44	100,0

Tab. 10: Alters- und Geschlechtsverteilung der Verstorbenen

Für die durchschnittliche Lebenserwartung nach Implantation eines physiologischen Schrittmachers ergeben sich folgende Werte: Das erste Jahr nach dem Eingriff überlebten 87 % der Patienten, das zweite Jahr 81,5 %, das dritte und vierte 77 % und 75 %. Nach 10 Jahren sind noch 55 % der Behandelten am Leben (Tabelle 11).

Implan- tations- jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 Jahre nach der Implan- tation noch am Leben
1966	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1967	12	10	10	9	9	9	9	7	6	5	5	4
1968	10	9	9	8	8	7	7	6	5	5	5	5
1969	13	11	10	9	7	7	7	6	6	6	6	6
1970	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1971	17	16	16	16	15	14	14	13	12	12	12	12
1972	10	9	8	8	8	8	8	8	8	6	6	
1973	14	11	10	10	10	10	8	8	8	8		
1974	6	6	6	5	5	5	5	5	5			
1975	7	7	7	7	7	6	6	6				
1976	1	0	0	0	0	0	0					
1977	1	1	1	1	1	1						
1978	1	1	1	1	1							
1979	3	2	2	2								
1980	2	2	2									
1981	20	18										
1982	11											
Versorg- te Pa- tienten	135	124	104	102	99	98	97	96	89	83	69	59
Überle- bende		108	85	79	74	70	67	63	54	46	38	31
‰:	100	87	82	77	75	71	69	66	61	55	55	53

Tab. 11: Überlebensdauer und kumulative Überlebensdauer

In Tabelle 12 werden die ermittelten Werte mit denen anderer Untersucher verglichen. Es zeigt sich, daß die eigenen Ergebnisse im oberen Bereich der zum Vergleich herangezogenen Werte liegen.

Untersucher	Zeitraum	Patienten- zahl	Werte nach Jahren (%)				
			1	2	3	4	5
Milatovic	1965 - 73	658	91	84	83	81	74
Hager	1961 - 73	525	85	74	65	58	50
Walke	1962 - 71	600	84	77	70	61	53
Durchschnitt			87	78	72	66	59
eigene Untersuchung	1966 - 82	135	87	82	77	75	66

Tab. 12: Vergleich der Überlebensdauer bei verschiedenen
Untersuchern (13, 9, 20)

Die Abbildungen 10 bis 13 zeigen die Überlebensraten aufgliedert nach Altersgruppen zum Zeitpunkt der Implantation bezüglich der weiteren Lebensdauer (ausgezogene Linie). Zum Vergleich hierzu sind gestrichelt die Überlebensdauer der Gesamtschrittmacherpopulation der identischen Vergleichsgruppen aus dem Erlanger Untersuchungsgut von F.R. Golling und R. Leutschaft (7) dargestellt. Auf die sich dabei ergebenden Zahlen und Differenzen wird in der Diskussion noch ausführlicher eingegangen.

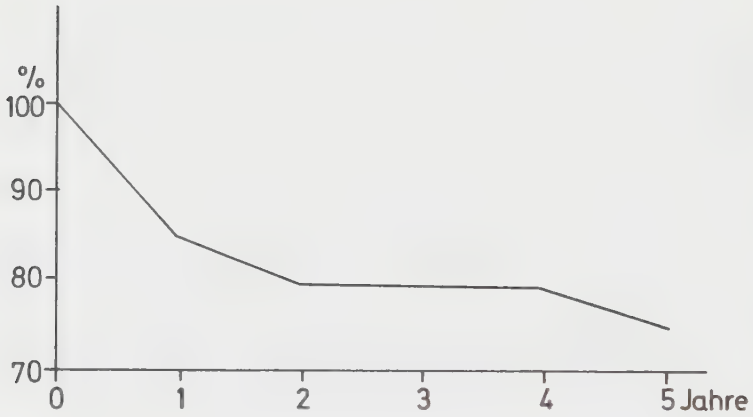


Abb. 10: Überlebensdauer der Schrittmacherpatienten von Januar 1966 bis Juli 1977 im Alter von 1 - 49 Jahren (24 Patienten).

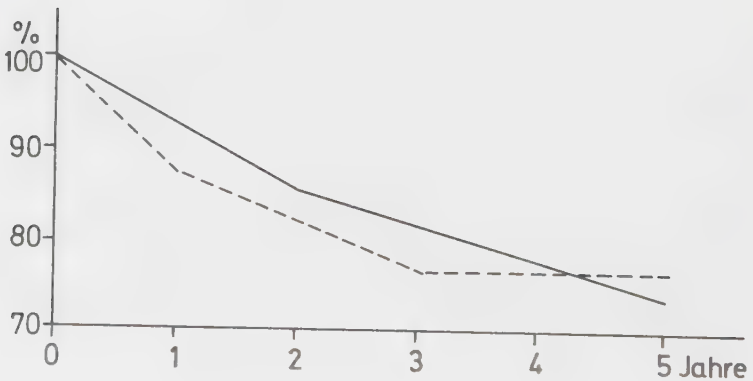


Abb. 11: Überlebensdauer der Schrittmacherpatienten von Januar 1966 bis Juli 1977 im Alter von 50 - 59 Jahren (25 Patienten).
Vergleichswerte nach (7) -----

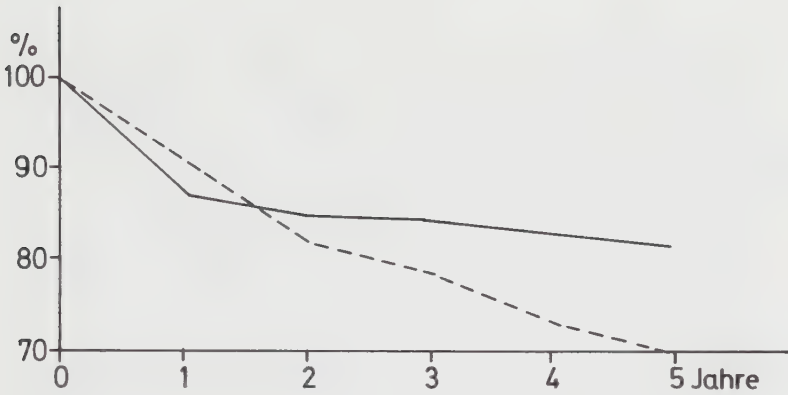


Abb. 12: Überlebensdauer der Schrittmacherpatienten von Januar 1966 bis Juli 1977 im Alter von 60 - 69 Jahren (38 Patienten).
Vergleichswerte nach (7) -----

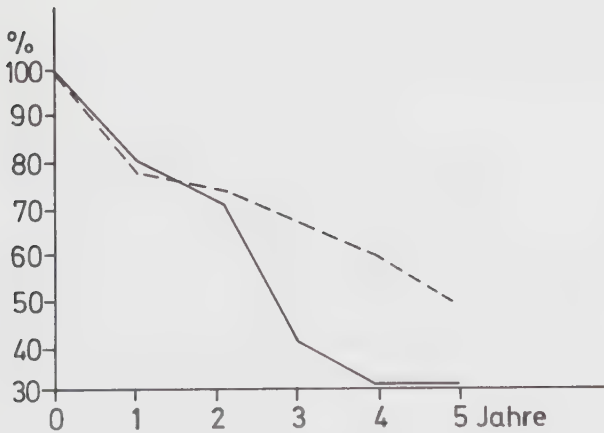


Abb. 13: Überlebensdauer der Schrittmacherpatienten von Januar 1966 bis Juli 1977 im Alter von 70 - 79 Jahren (10 Patienten).
Vergleichswerte nach (7) -----

IV. DISKUSSION

Die besondere Eignung von physiologischen Schrittmachern in Beziehung auf die Anpassungsfähigkeit gegenüber gesteigerten Leistungsanforderungen deutet darauf hin, daß vorhofgesteuerte Systeme bevorzugt bei jüngeren Patienten zur Anwendung kommen. Eine Leistungsanpassung spielt bei jüngeren Patienten eine größere Rolle, da diese oft noch im Berufsleben stehen und andererseits die Leistungsfähigkeit im Alter generell eine absteigende Tendenz zeigt. So ist die durch die Erkrankung verursachte Differenz bei jungen Patienten und damit der zu erreichende therapeutische Effekt größer. Vorhofsteuerung besitzt den Vorteil, bei Belastung durch Frequenzerhöhung auf die größere Leistungsanforderungen zu reagieren. Da nun größere Leistungsschwankungen vor allem bei jüngeren Patienten auftreten, besitzt die Vorhofstimulation beziehungsweise physiologische Stimulation in dieser Patientengruppe die größten Vorteile. Dies kann das im Vergleich zu Literaturwerten extrem niedrigere Durchschnittsalter erklären. Auch zeigte sich hier die Tendenz zu einer weiteren Herabsetzung des Durchschnittsalters.

Es können über Vorhofdemand- und Sequentialschrittmacher auch aufgrund des relativ kurzen Verwendungszeitraums nur in beschränktem Maße Aussagen über die Funktionsdauer getroffen werden. Eine höhere Schadensanfälligkeit und geringere Funktionsdauer gegenüber herkömmlichen Schrittmachersystemen besteht bei neueren, seit 1979 eingesetzten Schrittmachern nicht mehr, wogegen bei den vor diesem Zeitpunkt implantierten Modellen die Funktionsdauer stark begrenzt war. Vor allem die hohe Ausfallquote nach wenigen Monaten, das heißt vor Ablauf eines tragbaren Funktionszeitraums von etwa zwei Jahren führte zu einer erhöhten Belastung der Pa-

tienten durch die dadurch notwendig gewordenen Schrittmacherwechsel. So mußten bei einem Patienten im Zeitraum von 1968 bis 1973, also innerhalb von 5 Jahren 6 mal Schrittmacher eingesetzt beziehungsweise gewechselt werden, von denen 3 mal wegen Totalausfall nach 7, 11 und 22 Monaten, je einmal wegen Batterieschwäche nach 6 Monaten, Ausfall der Vorhofsteuerung nach 15 Monaten und vorzeitigem Altern nach 14 Monaten der Wechsel erforderlich wurde.

Die erhaltenen Werte in bezug auf die Abstände zwischen nötigen Schrittmacherwechseln stimmen sehr gut mit der Entwicklung der Schrittmachertechnik überein. Die anfangs zur Energieversorgung dienenden Mallory-Zellen auf Zink-Quecksilber-Basis wurden durch die neuentwickelten, leistungsfähigeren Batterien auf Lithium-Jod-Basis abgelöst. Dadurch konnte eine beträchtliche Steigerung der Funktionsdauer erreicht werden. So konnte sie bei Biotronik-Schrittmachern des Typs IVP-54 von durchschnittlich 18,5 Monaten bei Einheiten, die zwischen 1970 und 1973 implantiert wurden, auf 26,6 Monate bei später implantierten Schrittmachern dieses Typs gesteigert werden. Auf die Verbesserung der Schaltungstechnik weist die Steigerung der Funktionsdauer bei IVP-54 Einheiten gegenüber dem Vorläufermodell IVP-44 hin. Seit 1979 eingesetzte Schrittmachertypen zeigen die weitere Steigerung der Funktionssicherheit durch die sehr geringe Zahl von Ausfällen im bisherigen Kontrollzeitraum. Die endgültige Funktionsdauer ist hier erst zu ermitteln, wenn auch ein repräsentativer Teil dieser Geräte gewechselt werden mußte. Die in Tabelle 3 angegebenen niedrigen Werte für diese Schrittmachertypen sind auf einen notwendigen Wechsel bei einigen Patienten aus Gründen, die nicht auf eine Fehlfunktion des Schrittmachers zurückzuführen sind, zu erklären.

Es ist also besser, in diesem Zusammenhang von Implantationsdauer als von Funktionsdauer zu sprechen. Auch wurden einige Einheiten trotz teilweisen Funktionsausfalls nicht unverzüglich ausgetauscht. Dies trifft aber in diesem Untersuchungsgut nur auf ältere Modelle zu. In besonders großem Umfang wirkt sich der frühzeitige Tod einiger Patienten bei dem vorhofgesteuerten Schrittmacher der Marke Dromos 02 aus. Von 13 Impulsgebern sind nach 9 Monaten nur noch 10 in Funktion. Die restlichen 3 sind jedoch nicht ausgefallen, sondern bei einem Patienten mußte der Schrittmacher wegen Tascheneiterung explantiert werden. In den beiden anderen Fällen sind die Patienten postoperativ verstorben. Es liegt also in keinem Fall ein Schrittmacherversagen vor. Dasselbe gilt für den aufgeführten Ausfall einer Medtronic-Einheit. Der Patient verstarb nach 8 Monaten an einer Marcumarblutung. Bei älteren Schrittmachertypen führen die Auswirkungen der Tatsache, daß Schrittmacher nicht nur aus technischen Gründen ausgetauscht werden müssen zu keinen gravierenden Verfälschungen der Werte. Bei den Typen Atracor-Cordis und Biotronik-IVP-54 ergibt sich eine um ein Monat höhere Funktionsdauer gegenüber der Implantationsdauer, bei den übrigen Typen treten keine differierenden Werte auf.

Die Ursache für das Versagen eines Herzschrittmachers liegen zum größten Teil in der Abnahme der Leistungsfähigkeit der Batterie begründet. Sie begrenzt generell die Einsatzdauer. Andere Mängel und Defekte können aber einen vorzeitigen Wechsel nötig machen. In der Literatur wird angegeben, daß mehr als die Hälfte der vorhofgesteuerten Einheiten wegen eines Ausfalls der Vorhofsteuerung oder totalen Funktionsausfalls ausgetauscht werden mußten. Der häufigste Grund, bezogen auf alle implantierten Schrittmacher war eine Frequenzänderung (9). Auch bei den hier untersuchten

Fällen wurde ein bedeutender Teil der Schrittmacher aus diesen Gründen gewechselt. Die hohe Austauschquote von vorhofgesteuerten Schrittmachern wegen des Ausfalls der Vorhofsteuerung beziehungsweise Totalausfalls wurde im vorliegenden Untersuchungsgut jedoch nicht bestätigt. Insgesamt führten diese Ursachen nur bei 35 Einheiten (das entspricht 21,6 %) zum Wechsel. Neben dem Altern der Impulsgebereinheit (27 %) war ein routinemäßiger oder prophylaktischer Wechsel noch funktionsfähiger Einheiten nach etwa 2 Jahren die Hauptursache für einen erneuten Wechsel (12,9 %). Durch die kaum differierenden Werte der Implantations- und Funktionsdauer bei älteren Modellen wird diese Begründung für einen Wechsel durchaus bestätigt. Bei neueren Geräten düften jedoch Prophylaxe- und Routinegründe durch die erheblich gesteigerte Funktionssicherheit und -dauer an Bedeutung einbüßen. So wurde bei den nach 1979 implantierten Schrittmachern kein einziger Austausch aus diesen Gründen vorgenommen. Eine Gefährdung durch den komplexeren Aufbau bei neueren Modellen konnte ebenfalls nicht ermittelt werden. Nie kam es bisher zu einem Austausch aufgrund von Schaltungsfehlern. Die Gefährdung des Patienten durch einen theoretisch möglichen Ausfall dieser Art wird minimiert, indem auch beim Ausfall eines Teilsystems bei Sequentialschrittmachern oder der Vorhofsteuerung eine starrfrequente Stimulation gewährleistet bleibt.

Bei vorhofgesteuerten Schrittmachern äußert sich das Altern in erster Linie durch eine starrfrequente Funktionsweise, also einem programmierten Ausfall der Vorhofsteuerung. Ein Schrittmacherrasen wurde dabei nur in einem Fall beobachtet. 19 mal waren organische Ursachen, etwa Tascheneiterung, Dekubitus oder rein subjektive Beschwerden des Patienten ausschlaggebend für einen Wechsel. Der Hauptgrund in dieser Gruppe war wiederum das Auftreten von Vorhofflattern und -flimmern.

Bei Vorhofflimmern kann es nämlich zu lebensbedrohlichen Zuständen wie Kammerflimmern kommen (1). Nicht in jedem Fall führt das Auftreten einer Vorhoffarrhythmie auch zu einem Austausch der Impulsgebereinheit, da sich sowohl medikamentös als auch durch Elektrokonversion häufig geregelte Vorhoferregungen und damit Überleitungsverhältnisse wiederherstellen lassen. Wie schon beschrieben, trat Vorhofflattern und -flimmern bei 35 Patienten auf und konnte bei 23 wieder behoben werden. Jedoch besteht die Gefahr eines wiederholten Auftretens, was im Untersuchungsgut bei 5 Patienten der Fall war. Nach geglückter Elektrokonversion bleibt ein Patient 4 Jahre ohne Tachyarrhythmien, bevor er dann im Abstand von 4 Monaten zweimal elektrokonvertiert werden mußte. Nach behobenem Vorhofflimmern kam es in der Folgezeit bei einigen Patienten zu Veränderungen, das heißt Abschwächungen des Vorhofpotentials, was in 8 Fällen zum Ausfall der Vorhofsteuerung, in 4 Fällen mit nachgewiesenem Absinken des Vorhofpotentials führte. Es mußte hierbei auf andere Schrittmachersysteme zurückgegriffen werden. Dennoch tragen Patienten vorhofgesteuerte Impulsgeber, nachdem sie wegen auftretender Tachyarrhythmien elektrokonvertiert oder medikamentös behandelt werden mußten.

Da es bei Vorhofflattern und -flimmern zu Komplikationen wie 2 : 1 Überleitung mit tachykarder Frequenz des Herzens beziehungsweise bei vorhofsteuernden Schrittmachern zur Desynchronisation der Schrittmacherfunktion durch ein gestörtes Sensing kommen kann, besteht bei dieser Komplikation ein gewisses Risiko. Man sollte von Schrittmachern mit VAT- und AAI-Modus mehr zu multiprogrammierbaren Einheiten übergehen. Auch die oben angeführte mögliche Absenkung des Vorhofpotentials, die bei vorhofgesteuerten und -steuernden Schrittmachern einen Wechsel erforderlich machen

kann, ist mit programmierbaren Einheiten zu kompensieren. Bei unsicherer Diagnoselage sollte in jedem Fall ein komplexeres System verwendet werden, das ja auch die Vorteile der vorhofgesteuerten Stimulation mit einschließt. In einigen der untersuchten Fällen wäre der Wechsel zu nicht physiologischen Systemen nicht nötig gewesen, wenn schon die Möglichkeit der Anwendung vollständig programmierbarer Schrittmacher bestanden hätte. Erst im August 1982 wurde bei einer Patientin dieses Untersuchungsgutes, die nach Herzoperation und auftretendem AV-Block ein vorhofgesteuertes System der Marke Dromos 02 implantiert bekommen hatte, durch Auftreten des Sick-Sinus-Syndroms ein Wechsel nötig. Die Vorteile der physiologischen Stimulation konnten durch die Implantation eines vollautomatischen Schrittmachers erhalten werden. Die prognostischen Auswirkungen dieser Systeme bleiben noch zu untersuchen, wenn sich auch in dieser Untersuchung günstige Auswirkungen bei Bradykardieformen abzuzeichnen scheinen. Einzelne Patienten, die schon andere Schrittmachersysteme implantiert hatten, gaben subjektiv besseres Wohlbefinden und höhere Leistungsfähigkeit an. Aufgrund der nur vereinzelt im Rahmen der Nachsorgeuntersuchung erhaltenen Aussagen konnte dieses Kriterium jedoch nicht in die statistischen Auswertungen mit aufgenommen werden. Eine negative Auswirkung auf die Leistungsfähigkeit wurde in keinem Fall registriert.

Die transvenöse Elektrodenstimulation hat sich wegen der schwierigen Fixierungsverhältnisse bei Vorhofelektroden nach ersten Versuchen 1968/70 erst 1981 wirklich durchgesetzt. Jetzt beträgt der Anteil der transvenösen Methode 90 % (von 20 neuimplantierten Einheiten 1981 beruhten nur noch 2 auf myokardialer Stimulation). Die 3 Patienten, bei denen ein Übergang auf transvenöse Stimulationsverhältnisse

eine Weiterversorgung mit Vorhoffbeteiligung verhinderte, führten zum Wechsel, da bis 1979 fast keine Erfahrungen mit transvenöser Vorhofstimulierung gemacht worden waren (jeweils nur 1 Versuch 1968 und 1970). Überleitungsmängel aufgrund eines Defektes des Vorhofkabels konnten früher nur schwer unter Beibehaltung des Funktionsmodus gelöst werden. Hierzu wäre - vor der Möglichkeit der transvenösen Fixierung der Vorhofsonde - ein operativer Eingriff am freiliegenden Herzen nötig gewesen, der ein höheres Risiko als ein schlichter Schrittmacherwechsel in anschließender starrer Funktionsweise der Impulsgebereinheit bedeutet hätte.

Vergleiche der Überlebensstatistik mit den Ergebnissen anderer Untersucher (9, 13, 20), die keine Auswahl der Patienten nach Art des verwendeten Schrittmachersystems trafen, ergeben keine augenfälligen Unterschiede. Die eigenen Werte liegen im oberen Bereich der zum Vergleich herangezogenen Werte, die bei der 5-Jahres-Überlebensrate zwischen 50 und 74 % schwanken. Jedoch ist das geringere Durchschnittsalter des Untersuchungsgutes mit zu berücksichtigen. Eine genauere Differenzierung läßt sich bei einer Aufschlüsselung nach Altersgruppen erreichen. Dabei wurden die Patienten bis Juli 1977 berücksichtigt, um die Angabe der Fünfjahresrate zu gewährleisten. Weiterhin wurden in die Grafiken die von F.R. Golling und R. Leutsch (7) ebenfalls an der Universitätsklinik in Erlangen ermittelten Daten zu Vergleichszwecken mit aufgenommen.

Bei den Vergleichen mit den an der Chirurgischen Universitätsklinik gefundenen Werten bei Berücksichtigung aller Schrittmachermodelle ergeben sich wesentlich differierende Werte für die Altersgruppe der 70 bis 80-jährigen. (Die 5-Jahres-Überlebensrate liegt bei physiologischen Schrittmachern ca. 20 % niedriger). Mit nur 10 Patienten in dieser

Gruppe haben diese Werte aber eine nicht zu überschätzende statistische Aussagekraft. In der Gruppe der 60- bis 69-jährigen zeigt sich eine Differenz der Überlebensrate von etwa 10 % nach fünf Jahren mit umgekehrten Vorzeichen, die mit 38 einbezogenen Patienten jedoch in der Aussagekraft höher zu bewerten sein dürfte. Die Werte geben Anhaltspunkte, daß die Anwendung vorhofgesteuerter Schrittmacher im Alter von über 70 Jahren überdacht werden muß, wogegen gerade in der Altersgruppe der 60- bis 69-jährigen höhere Überlebenschancen zu bestehen scheinen. Hier ist die hohe Überlebensrate der 60- bis 69-jährigen nach 2 und 3 Jahren auffällig. Die Ursache hierfür dürfte wahrscheinlich in statistischen Zufällen begründet liegen. (3 Patienten der Gruppe 50 bis 59 Jahre sind verhältnismäßig kurz vor ihrem 60. Geburtstag verstorben, so daß die Sterblichkeit in dieser Gruppe tatsächlich niedriger, die in der darauffolgenden etwas höher sein dürfte.) Die hohe Sterblichkeit in der Gruppe der 1 - 39 Jahre alten Patienten liegt an dem hohen Anteil der intraoperativ erworbenen AV-Blockierungen von 56 % in dieser Altersgruppe. Die Literatur bestätigt den größeren Schweregrad der intra operationem erworbenen Blockierungen (20). Diese Ausgangssituation ist in der Gruppe der 50- bis 59-jährigen ebenfalls häufiger aufgetreten als bei älteren Patienten (3 mal so häufig), ein weiterer Grund für die statistisch erniedrigte Überlebensdauer dieser Altersgruppe. Bei den Männern liegt der höchste Anteil der Verstorbenen bei 60 - 69 Jahren, bei den Frauen in der nächst niedrigeren Gruppe (Tabelle 11).

Insgesamt sind nur 27 % der Verstorbenen weiblichen Geschlechts gegenüber einem Anteil von 43 % bei den durchgeführten Implantationen. Dieser Umstand ist durch das geringfügig geringere Durchschnittsalter bei Erstimplantation und die höhere Lebenserwartung nur unzureichend zu erklären.

Vergleicht man die Diagnosestellungen im gesamten untersuchten Krankengut mit denen bei den Verstorbenen, so zeigt sich, daß der Anteil von Karotissinussyndrom und operativ erworbener AV-Blocks bei den Verstorbenen verdoppelt ist, dagegen der Anteil der Bradykardien auf die Hälfte reduziert ist. Die geringe Zahl der zur Verfügung stehenden Fälle, bei Karotissinussyndrom 4 und bei Bradykardien 7 läßt jedoch keine statistisch fundierte Aussage in Beziehung auf die Lebenserwartung bei den entsprechenden Diagnosen zu. Die schon in der Untersuchung von F.R. Golling und R. Leutschafft (7) beschriebene erhöhte Sterberate gegenüber der Normalbevölkerung während des ersten Jahres nach der Erstimplantation zeigt sich auch in einem Teil des eigenen Untersuchungsgutes, besonders in der Gruppe der 1- bis 49-jährigen. Dies kann durch einen Anteil mit erhöhter Sterberate erklärt werden. Bei Patienten, die aufgrund eines operativen Eingriffs einen Schrittmacher zur Korrektur des dabei erworbenen Blocks erhielten, ist die Sterblichkeit postoperativ gegenüber dem relativ komplikationslos verlaufenden Eingriff einer Schrittmacherimplantation deutlich erhöht. Bei solchen Eingriffen sind bei den hier betrachteten Patienten 25 % postoperativ verstorben.

V. ZUSAMMENFASSUNG

1. Seit 1966 wurden an der Chirurgischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg 113 vorhofgesteuerte (VAT), 8 vorhofsteuernde (AAI) und 14 Sequential-Schrittmacher (DDD) implantiert und 92 Wechsel von Einheiten dieser Art durchgeführt. Die Anzahl der implantierten vorhofgesteuerten Systeme ging bis 1977 stark zurück und ist seit 1980 wieder angestiegen. Durch den Einsatz von Demand- und Sequentialschrittmachern seit 1980 erhöht sich die Zahl der pro Jahr eingesetzten physiologischen Geräte weiter. Insgesamt beträgt der Anteil der vorhofbeteiligten Systeme 7,7 % der Gesamtimplantationsrate.
2. Die Funktionsdauer konnte erheblich gesteigert werden und erreicht die Durchschnittswerte vergleichbarer Systeme herkömmlicher Stimulationsart. Während bei älteren Modellen die durchschnittliche Funktionsdauer etwa 19 bis 26 Monate beträgt, liegt sie bei den seit 1980 implantierten Einheiten schätzungsweise über 30 Monate, da bisher noch keine technisch bedingten Ausfälle zu verzeichnen sind.
3. Hauptursache für den Wechsel der Impulsgebereinheiten waren mit 27 % Altern und Frequenzabfall der Geräte. 13 % der Schrittmacher wurden routinemäßig nach einem Turnus von etwa 2 Jahren oder sicherheitshalber nach einem längeren Zeitraum ausgetauscht. In 21 % bedingte ein teilweiser oder totaler Ausfall einen Wechsel, in 16 % Schäden an Kabel, Adapter und Gehäuse.
4. Zum Ersatz gegen Schrittmacher ohne Vorhofbeteiligung führten meist nicht mehr ausreichendes Sensing durch flacher werdene Vorhofpotentiale (24 %) und das Auftreten von Brady- und Tachyarrhythmien (25,3 %). Kabeldefekte führten in 12,7 % der Fälle zu einem Wechsel.

5. Bei 135 Patienten wurden zwischen 1966 und Dezember 1982 Schrittmacher mit einer Beteiligung des Vorhofes implantiert. Es ergab sich ein für die Schrittmachertherapie erstaunlich niedriges Durchschnittsalter der Patienten von 55 Jahren bei der Erstimplantation bei weiterer Tendenz zu geringeren Werten. Die Verteilung des Patientengutes nach dem Geschlecht ergibt einen Anteil von 43 % weiblichen Patienten.
6. Die größte Bedeutung als Indikationsstellung besitzen AV-Blockierungen verschiedenen Grades und unterschiedlicher Genese mit 85 % des Patientengutes. Bei Schrittmacherimplantationen allgemeiner Art liegt dieser Wert bei etwa 61 %. Erst seit dem Einsatz vorhofstimulierender und Sequentialschrittmacher machen Störungen des Sinusknotens, Bradyarrhythmien und andere Funktionsstörungen einen wachsenden Anteil aus. Bei vorhofgesteuerten Schrittmachern sind jedoch die Überleitungsstörungen zwischen Vorhof und Ventrikel fast ausschließlich Begründung für die Implantation.
7. Von 135 Patienten verstarben in einem Überwachungszeitraum zwischen einem und zwölf Jahren 44 (32,6 %). Ein Jahr nach Beginn der Elektrostimulation lebten noch 87 %, nach 2 Jahren 82 %, nach 3 Jahren 77 %, 75 % nach 4 Jahren und 71 % nach 5 Jahren. Mit zunehmendem Alter zeigte sich eine kontinuierliche Abnahme der Überlebenschance. Besonders hoch war die Mortalität der über 70-jährigen mit 55 % in 3 Jahren.

IV. LITERATURVERZEICHNIS

1. Baumer, K.:
Schrittmachertherapie bei Bradyarrhythmie.
Dissertation, Technische Universität München 1976.
2. Bölkow, A.:
Herzschrittmacher und ihre Indikation, Erfahrungen
bei Patienten der I. Med. Klinik der Universität
München 1963 - 1973.
Dissertation, München 1976.
3. Carleton, R.A.; Passovoy, M.; Graettinger, J.S.:
The Importance of the Contribution and Timing of
Left Atrial Systole.
Clin. Sci. 30, S. 151 - 159 (1966).
4. Castillo, C. et al.:
Bifocal Demand Pacing, Clinical Investigations.
Chest 59, S. 260 - 364 (April 1971).
5. Chamberlain, D.A.; Leinbach, R.C. et al.:
Sequential Atrioventrikular Pacing in Heart Block
Complicating Acute Myocardial Infarction.
N. Eng. J. Med. 282, S. 577 - 582 (12. März 1970).
6. Funke, H.D.:
Die optimierte sequentielle Stimulation von Vorhof
und Kammer, ein neuartiges Therapiekonzept zur Be-
handlung bradykarder Disrhythmien.
Herz/Kreislauf 10, S. 479 - 483 (Nr. 10, 1978).
7. Golling, F.R.; Leutsch, R.:
Lebenserwartung mit Herzschrittmacher.
act. gerontol. 9, S. 111 - 114 (Thieme-Verlag Stutt-
gart 1979).

8. Golling, F.R.; Weiß, W.; Leutschaft, R.; Lang, E.:
Herzschrittmacherimplantation, Therapie im höheren
Lebensalter.
In: E. Lang (Hrsg.): Aktuelle Themen der Alterskar-
diologie, S. 63 - 69, Springer-Verlag Berlin-Heidel-
berg-New York 1982.
9. Hager, W.; Seling, A.:
Praxis der Schrittmachertherapie.
Schattauer Verlag Stuttgart-New York, 2. Auflage 1978.
10. Kraus, Th.:
Schrittmachertherapie bei Sinusknotensyndrom.
Dissertation, Technische Universität München 1977.
11. Meerl, C.:
Cardiac Pacing, State of the Art 1979, Proceedings
of the VIth World Symposium on Cardiac Pacing.
Montreal, Oct 2 - 5, 1979.
12. Meiselbach, U.:
Zur Problematik der Implantation festfrequenter Schrittmacher bei Patienten mit konstantem, totalem AV-Block.
Dissertation, Aachen 1977.
13. Milatovic, D.:
Acht Jahre Erfahrung mit der Schrittmachertherapie.
Untersuchung an 658 Patienten der I.Med. Klinik der
Technischen Universität München.
Dissertation, München 1977.
14. Naumann d'Alnoncourt, C.; Lüderitz, B.:
Grundlagen der Elektrostimulation.
In: B. Lüderitz (Hrsg.): Elektrische Stimulation des
Herzens. Diagnostik und Therapie kardialer Rhythmus-
störungen S. 130 - 132, Springer-Verlag Berlin-Hei-
delberg-New York 1980.

15. Rost, R.; Schneider, K.W.; Gattenlöhner, W.:
Untersuchungen zum hämodynamischen Effekt der bifokalen Stimulation.
Schweiz.med.Wschr. 103, S. 304 - 307 (1973).
16. Samet, Ph.; Bernstein, W.; Levine, S.:
Significance of the Atrial Contribution to Ventricular Filling.
Amer.J.Cardiol. 15, S. 195 - 202 (Februar 1965).
17. Samet, Ph.; Castillo, C.; Bernstein, W.A.:
Hemodynamic Consequences of Sequential Atrioventricular Pacing, Subjects with Normal Hearts.
Amer.J.Cardiol. 21, S. 207 - 212 (Februar 1968).
18. Wirtzfeld, A.; Himmler, F.C.; Blömer, H.:
Klinische Gesichtspunkte der Schrittmachertherapie bei bradykarden Herzrhythmusstörungen.
In: Schaper, W.; Gottwitz, M.G. (Hrsg.): Therapie der Arrhythmien, Echokardiografie. 47. Tagung Dtsch. Gesellschaft. f. Herz- und Kreislaufforschung S. 98 - 110, Steinkopf Verlag Darmstadt 1981.
19. Witt, E.; Lehmann, H.U.; Hochrein, H.:
Beeinflussung der Hämodynamik durch Änderung der AV-Sequenz bei bifokaler Elektrostimulation des Herzens.
Intensivmed. 18, S. 17 - 21 (1981).
20. Waalke, M.L.:
Analyse der Todesfälle nach Schrittmacherimplantation.
Dissertation, München 1976.

Ich danke Herrn Professor Dr. R. Leutschaft (Chirurgische Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg) für die Überlassung des Themas und von Daten der Schrittmacher-Kontrolluntersuchungen.

LEBENS LAUF

Am 5.5.1958 wurde ich in Bad Tölz geboren. Aufgewachsen in Reichersbeuern, besuchte ich die dortige Volksschule von 1964 - 1968.

Danach wechselte ich an das mathematisch-naturwissenschaftliche Gymnasium in Bad Tölz, wo ich im Juni 1977 das Abitur ablegte. Nach 10 Monaten Grundwehrdienst in Ingolstadt wurde ich aufgrund meiner Zulassung zum Studium der Zahnmedizin in Marburg am 15.5.1978 vorzeitig entlassen.

Nach dem Physikum im August 1980 wechselte ich zum Beginn des WS 1980/81 an die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Hier legte ich im Sommersemester 1983 das Staatsexamen ab. Seitdem bin ich bei der Bundeswehr zur Ableistung meines Restwehrdienstes als Zahnarzt tätig.

